

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

REC'D 15 SEP 2004

WIPO PCT

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 35 738.6

Anmeldetag: 05. August 2003

Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG,
70567 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Unterstützung des
Fahrers eines Fahrzeugs bei der Durchführung eines
Notbremsvorgangs

IPC: G 08 G 1/16

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. August 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wehner

DaimlerChrysler AG

Dehnhardt
30.07.2003

Verfahren und Vorrichtung zur Unterstützung des Fahrers eines
Fahrzeugs bei der Durchführung eines Notbremsvorgangs

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur
Unterstützung des Fahrers eines Fahrzeugs bei der Durchfüh-
rung eines Notbremsvorgangs zur Vermeidung des Auffahrens des
Fahrzeugs auf ein in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug in einem
Erfassungsbereich befindliches Objekt, insbesondere auf ein
10 vorausfahrendes Fahrzeug. Hierzu werden zur Abbremsung des
Fahrzeugs vorgesehene Bremsmittel zur Durchführung des Not-
bremsvorgangs dann fahrerunabhängig angesteuert, wenn eine
vorgegebene Notbremsbedingung erfüllt ist und wenn festge-
stellt wird, dass ein Fahrerwunsch auf Durchführung des Not-
15 bremsvorgangs vorliegt, wobei bei erfüllter Notbremsbedingung
eine Notbremsinformation an den Fahrer des Fahrzeugs ausgege-
ben wird.

Die Druckschrift DE 198 52 375 A1 offenbart ein derartiges
20 Bremssystem für ein Fahrzeug. Das Bremssystem umfasst eine
Bremsanlage und eine Abstandserfassungseinrichtung, die den
Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug erfasst. Die Brems-
anlage kann sowohl fahrerseitig über ein Bremspedal als auch
fahrerunabhängig von einer Steuereinrichtung betätigt werden.
25 Die Steuereinrichtung prüft bei einer Betätigung des Bremspe-
dals, ob die durch die Betätigung hervorgerufene Bremsverzö-
gerung des Fahrzeugs ausreicht, um eine Kollision mit dem vo-
rausfahrenden Fahrzeug zu verhindern. Ist dies nicht der
Fall, so wird die Bremsanlage fahrerunabhängig von der Steu-
30 ereinrichtung derart betätigt, dass eine Kollision vermieden

wird. Da eine vorherige Warnung des Fahrers unterbleibt, erfolgt das Eingreifen der Steuereinrichtung in die Bremsanlage unter Umständen überraschend.

- 5 Aus der Druckschrift JP 112 55 087 A ist ein Bremsassistenten-
system für ein Fahrzeug bekannt. Das Bremsassistentensystem
dient der Vermeidung eines Auffahrens des Fahrzeugs auf ein
Objekt, insbesondere auf ein in Fahrtrichtung vor dem Fahr-
zeug in einem Erfassungsbereich stillstehendes oder mit ge-
10 ringer Geschwindigkeit vorausfahrendes Fahrzeug. Wird von dem
Bremsassistentensystem eine unmittelbare Auffahrgefahr erkannt
und betätigt der Fahrer des Fahrzeugs gleichzeitig ein zur
Ansteuerung von Bremsmitteln des Fahrzeugs vorgesehenes
Bremspedal, so wird die vom Fahrer über das Bremspedal in den
15 Bremsmitteln hervorgerufene Bremskraft und damit die Brems-
verzögerung des Fahrzeugs selbsttätig derart erhöht, dass das
Auffahren vermieden wird. Bei Eintreten der unmittelbaren
Auffahrgefahr wird eine Fahrerwarnung ausgegeben, die den
Fahrer auf die Notwendigkeit der Durchführung des Bremsvor-
20 gangs durch Betätigung des Bremspedals hinweist. Nachteilig
ist, dass das Bremsassistentensystem lediglich auf das Eintre-
ten einer unmittelbaren Auffahrgefahr anspricht, also dann,
wenn sich das Fahrzeug bereits in einer kritischen Situation
befindet. Fahrerunterstützende Maßnahmen, die das Ziel haben,
25 das Eintreten der unmittelbaren Auffahrgefahr vorbeugend zu
vermeiden, sind hingegen nicht vorgesehen.

- Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfah-
ren bzw. eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu
30 schaffen, bei dem bzw. bei der fahrerunterstützende Maßnahmen
vorgesehen sind, die das Ziel haben, das Eintreten unmittel-
barer Auffahrgefahr vorbeugend zu vermeiden.

- Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1
35 bzw. des Patentanspruchs 11 gelöst.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Unterstützung des Fahrers eines Fahrzeugs bei der Durchführung eines Notbremsvorgangs zur Vermeidung des Auffahrens des Fahrzeugs auf ein in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug in einem Erfassungsbereich befindliches Objekt, insbesondere auf ein vorausfahrendes Fahrzeug, werden zur Abbremsung des Fahrzeugs vorgesehene Bremsmittel dann fahrerunabhängig angesteuert, wenn eine vorgegebene Notbremsbedingung erfüllt ist und wenn festgestellt wird, dass ein Fahrerwunsch auf Durchführung des Notbremsvorgangs vorliegt, wobei bei erfüllter Notbremsbedingung eine Notbremsinformation an den Fahrer des Fahrzeugs ausgegeben wird. Auch bei nicht erfüllter Notbremsbedingung wird eine Fahrerinformation ausgegeben, die den Fahrer des Fahrzeugs über die derzeitige Umgebungs- bzw. Verkehrssituation im Erfassungsbereich informiert, wobei die Fahrerinformation in Abhängigkeit der Erfüllung einer oder mehrerer vorgegebener Informationsbedingungen angepasst wird. Durch geeignete Wahl der Informationsbedingungen und der jeweils zugehörigen Fahrerinformationen können dem Fahrer Hinweise über die Relevanz der Objekte gegeben werden, sodass er seine Fahrweise an die derzeitige Umgebungs- bzw. Verkehrssituation anzupassen hat, um dem Eintreten einer unmittelbaren Auffahrgefahr vorbeugend entgegenwirken zu können.

Vorteilhafte Ausführungen des erfindungsgemäßen Verfahrens gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Vorteilhafterweise werden die im Erfassungsbereich liegenden Objekte erfasst, wobei für jedes erfasste Objekt eine Lagegröße, die eine räumliche Lage des jeweiligen Objekts relativ zum Fahrzeug beschreibt, und/oder eine Relativgeschwindigkeitsgröße, die eine Relativgeschwindigkeit zwischen dem Fahrzeug und dem jeweiligen Objekt beschreibt, ermittelt wird. Der Erfassungsbereich wird durch Art und Ausführung der zur Ermittlung der Lagegrößen und/oder der Relativgeschwindigkeitsgröße vorgesehenen Sensormittel bestimmt. Bei den Sensormitteln kann es sich um gängige und damit in ihrer

Funktion bewährte Radar- oder Ultraschallsensoren handeln, wie sie bei Fahrzeugen in Einparkhilfen oder Abstandsregelsystemen eingesetzt werden. Aus der Lagegröße lässt sich insbesondere eine Abstandsgröße ermitteln, die einen Abstand
5 zwischen dem Fahrzeug und dem jeweiligen Objekt beschreibt. Die Relativgeschwindigkeitsgröße kann entweder durch Gradientenbildung bzw. zeitliche Ableitung der Abstandsgröße oder aber durch direkte Messung, beispielsweise aufgrund einer von geeigneten Sensormitteln erfassten Dopplerverschiebung, er-
10 mittelt werden. Neben Radarsensoren ist auch die Verwendung von CCD-Kameras in Stereoanordnung oder von Infrarotabstands-
sensoren denkbar.

Durch Auswertung der zu den Objekten ermittelten Lagegrößen
15 und/oder Relativgeschwindigkeitsgrößen lassen sich aus der Gesamtheit der erfassten Objekte diejenigen ermitteln, die Hindernisse für das Fahrzeug in Bezug auf dessen momentanen Fahrkurs darstellen. Hierzu wird auf Basis des momentanen Fahrkurses der vom Fahrzeug beanspruchte Fahrschlauch be-
20 stimmt. Wird aufgrund der Lagegröße festgestellt, dass ein Objekt innerhalb des Fahrschlauchs liegt, so stellt es ein potentiell Hindernis für das Fahrzeug dar. Damit wird die Gefahr verringert, dass z.B. im Falle einer Kurvenfahrt oder eines Ausweichmanövers erfasste Objekte, wie Fahrbahnbeplan-
25 kungen, am Fahrbahnrand stehende Verkehrsschilder o.ä. irrtümlicherweise als Hindernisse aufgefasst werden, obwohl sie sich nicht im Fahrschlauch befinden. Die Bestimmung des momentanen Fahrkurses und damit des Fahrschlauchs erfolgt beispielsweise auf Basis eines an lenkbaren Rädern des Fahrzeugs
30 eingestellten Lenkwinkels oder einer damit korrelierten Größe und der momentanen Fahrtgeschwindigkeit des Fahrzeugs.

Da nur diejenigen Hindernisse, die sich dem Fahrzeug aufgrund einer negativen Relativgeschwindigkeit annähern, für ein Auf-
35 fahren von Bedeutung sind, lässt sich durch Auswertung der Relativgeschwindigkeitsgröße die Menge der zu berücksichtigenden Hindernisse gegebenenfalls weiter eingrenzen. Weiter-

hin kann jedem der Hindernisse ein Zuverlässigkeitswert („Reliability“) zugeordnet werden, der die Aufenthaltswahrscheinlichkeit des jeweiligen Hindernisses im Fahrschlauch beschreibt. Der Zuverlässigkeitswert nimmt hierbei mit der
5 Zeitspanne, seit der das erfasste Objekt im Fahrschlauch bekannt ist, zu. So wird ein im Fahrschlauch liegendes Objekt nur dann als tatsächliches Hindernis angesehen, wenn der Zuverlässigkeitswert einen vorgegebenen Mindestwert erreicht, sodass die Wahrscheinlichkeit von irrtümlich als Hindernis
10 aufgefassten Objekten zusätzlich verringert werden kann.

Durch Auswertung der zu den Hindernissen gehörigen Lagegrößen und/oder Relativgeschwindigkeitsgrößen lässt sich dasjenige Hindernis bestimmen, das für ein Auffahren des Fahrzeugs die
15 größte Relevanz aufweist. Hierzu wird auf Basis der ermittelten Lagegrößen und/oder der ermittelten Relativgeschwindigkeitsgrößen für jedes der Hindernisse ein Sollwert einer Bremsverzögerungsgröße ermittelt. Der Sollwert der Bremsverzögerungsgröße gibt an, welche Bremsverzögerung zumindest er-
20 forderlich ist, um ein Auffahren des Fahrzeugs auf das jeweilige Hindernis zuverlässig zu verhindern. Die größte Relevanz bezüglich eines Auffahrens weist dann insbesondere dasjenige Hindernis auf, das die größte Bremsverzögerung erfordert, was durch einfache Auswertung der zu den Hindernissen ermittelten
25 Sollwerte der Bremsverzögerungsgröße ermittelt werden kann.

Vorteilhafterweise ist die Notbremsbedingung in Abhängigkeit der ermittelten Lagegröße und/oder der ermittelten Relativgeschwindigkeitsgröße vorgegeben. Entsprechendes gilt für die
30 Informationsbedingungen, die ebenfalls in Abhängigkeit der ermittelten Lagegröße und/oder der ermittelten Relativgeschwindigkeitsgröße vorgegeben sind. Durch Auswertung der Lagegröße und/oder der Relativgeschwindigkeitsgröße kann die Fahrerinformation in einfacher und zuverlässiger Weise an die
35 derzeitige Umgebungs- bzw. Verkehrssituation angepasst werden, wobei zur Ermittlung der Lagegröße und/oder der Relativ-

geschwindigkeitsgröße eine kostensparende Mitnutzung der zuvor beschriebenen Sensormittel möglich ist.

Die Fahrerinformation verändert sich mit zunehmender Auffahrgefahr, um die entsprechende Dringlichkeit zu verdeutlichen. Dies lässt sich durch Wahl geeigneter optischer und/oder akustischer und/oder haptischer Signale erreichen. Die jeweilige Art der Signale kann auf Basis von wahrnehmungspsychologischen Untersuchungen ermittelt werden.

10

Das Vorliegen eines Fahrerwunsches auf Durchführung des Notbremsvorgangs kann zuverlässig durch Auswertung der Betätigung eines zur fahrerseitigen Beeinflussung der Bremsmittel des Fahrzeugs vorgesehenen Bremsbedienelements festgestellt werden, wobei es sich bei dem Bremsbedienelement typischerweise um ein Bremspedal handelt. Ergänzend oder alternativ hierzu kann auch eine entsprechende Auswertung der Betätigung eines zur fahrerseitigen Beeinflussung von Antriebsmitteln des Fahrzeugs vorgesehenen Fahrbedienelements, beispielsweise eines Fahrpedals, erfolgen.

15

20

Der Notbremsvorgang wird insbesondere mit dem Ziel durchgeführt, einen vorgegebenen Sicherheitsabstand zwischen Fahrzeug und Objekt und/oder eine vorgegebene Relativgeschwindigkeit zwischen Fahrzeug und Objekt zu erreichen, wobei die Relativgeschwindigkeit vorzugsweise zu in etwa Null vorgegeben ist. So wird einerseits in Zusammenhang mit der Durchführung des Notbremsvorgangs ein allzu dichtes Auffahren auf das Objekt vermieden und andererseits wird die Fahrtgeschwindigkeit des Fahrzeugs durch den Notbremsvorgang nur soweit wie unbedingt nötig verringert, um ein Auffahren des Fahrzeugs auf das vorausfahrende Fahrzeug zu verhindern. Jede darüber hinausgehende Verringerung der Fahrtgeschwindigkeit ist unnötig und stellt insbesondere für nachfolgende Fahrzeuge eine erhebliche Gefahr dar.

25

30

35

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung wird im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

- 5 Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens in Form eines Flussdiagramms,
Fig. 2 ein Fahrzeug und mehrere Objekte in schematischer
Darstellung in Draufsicht, und
Fig. 3 ein schematisch dargestelltes Ausführungsbeispiel der
10 erfindungsgemäßen Vorrichtung.

In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens in Form eines Flussdiagramms dargestellt, das im folgenden unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben werden soll. In Fig. 2 ist eine beispielhafte Fahrsituation eines
15 mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgestatteten Fahrzeugs 50 gezeigt, wobei sich das Fahrzeug 50 in Richtung des Fahrtgeschwindigkeitsvektors \vec{v}_f auf einer durch Fahrbahnbegrenzungen 51, 52 vorgegebenen Fahrbahn 53 bewegt.

20

Das in Fig. 1 dargestellte Verfahren wird in einem übergeordneten Initialisierungsschritt 10 gestartet. In einem nachfolgenden ersten Hauptschritt 11 werden die in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug 50 in einem Erfassungsbereich 54 befindlichen
25 Objekte $i = j - 1, \dots, j + 2$ erfasst. Für jedes der erfassten Objekte $i = j - 1, \dots, j + 2$ wird eine Lagegröße, die eine räumliche Lage x_i, y_i des jeweiligen Objekts i relativ zum Fahrzeug 50 beschreibt, und eine Relativgeschwindigkeitsgröße, die eine Relativgeschwindigkeit $v_{rel,i}$ zwischen dem Fahrzeug 50 und
30 dem jeweiligen Objekt i beschreibt, ermittelt. Der Erfassungsbereich 54 ist durch die Schraffuren angedeutet und wird durch Art und Ausführung der zur Ermittlung der Lagegrößen und/oder der Relativgeschwindigkeitsgrößen vorgesehenen Sensormittel 55, 56 bestimmt.

In einem zweiten Hauptschritt 12 wird aus jeder der Lagegrößen eine Abstandsgröße ermittelt, die einen Abstand s_i zwischen dem Fahrzeug 50 und dem jeweiligen Objekt i beschreibt. Der für ein Auffahren relevante Abstand s_i zwischen dem Fahrzeug 50 und dem jeweiligen Objekt i ergibt sich aus dem tatsächlich vom Fahrzeug 50 zum Objekt i zurückzulegenden Weg, also letztlich aus dem momentanen Fahrkurs des Fahrzeugs 50. Die Bestimmung des momentanen Fahrkurses erfolgt beispielsweise auf Basis eines an lenkbaren Rädern des Fahrzeugs 50 eingestellten Lenkwinkels δ und der momentanen Fahrtgeschwindigkeit v_f des Fahrzeugs 50. Die Abstandsgröße wird dann beispielsweise auf Grundlage einer Näherungsgleichung der Form

$$s_i \approx \sqrt{(x_i - \hat{x}_i)^2 + y_i^2} \quad (A1)$$

ermittelt, wobei der Korrekturterm \hat{x}_i eine Funktion des momentanen Fahrkurses darstellt,

$$\hat{x}_i \equiv \hat{x}_i(\delta, v_f) \quad (A2)$$

Alternativ wird die Abstandsgröße auf Grundlage einer für die meisten Fälle völlig ausreichenden Näherungsgleichung der Form

$$s_i \approx y_i \quad (A3)$$

ermittelt. Welche der beiden Gleichungen (A1) oder (A3) Verwendung findet, hängt letztlich von der geforderten Genauigkeit der Abstandsgröße ab.

30

Weiterhin wird im zweiten Hauptschritt 12 in Abhängigkeit der zuvor ermittelten Abstandsgrößen und Relativgeschwindigkeitsgrößen für jedes der Objekte $i = j - 1, \dots, j + 2$ ein Sollwert einer Bremsverzögerungsgröße ermittelt. Der Sollwert der Bremsverzögerungsgröße gibt an, mit welcher Bremsverzögerung $a_{\text{soll},i}$ ein Bremsvorgang zumindest durchgeführt werden muss, um ein Auffahren des Fahrzeugs 50 auf das jeweilige Objekt i zu-

35

verlässig zu verhindern. Die Ermittlung des Sollwerts der Bremsverzögerungsgröße erfolgt auf Grundlage einer Gleichung der Form

$$a_{\text{soll},i} \approx \frac{1}{2} \frac{v_{\text{rel},i}^2}{s_i} , \quad (\text{A4})$$

5

wobei $a_{\text{soll},i}$ diejenige Bremsverzögerung darstellt, die notwendig ist, um sowohl die Relativgeschwindigkeit $v_{\text{rel},i}$ als auch den Abstand s_i zwischen Fahrzeug 50 und Objekt i auf im wesentlichen Null abzubauen. Hat der Bremsvorgang hingegen das Ziel, einen vorgegebenen Sicherheitsabstand s_0 und eine vorgegebene Relativgeschwindigkeit $v_{\text{rel},0}$ zwischen Fahrzeug 50 und Objekt i zu erreichen, so ist Gleichung (A4) in

10

$$a_{\text{soll},i} \approx \frac{1}{2} \frac{(v_{\text{rel},i} - v_{\text{rel},0})^2}{(s_i - s_0)} \quad (\text{A5})$$

15

umzuschreiben, wobei die Gleichung (A5) letztlich eine Verallgemeinerung der Gleichung (A4) darstellt.

20

Neben dem Sollwert der Bremsverzögerungsgröße wird in Abhängigkeit der ermittelten Relativgeschwindigkeitsgrößen für jedes der erfassten Objekte $i = j - 1, \dots, j + 2$ ein Informationsschwellenwert für die Abstandsgröße, nämlich auf Grundlage einer Gleichung der Form

25

$$s_{\text{info}} \propto \frac{1}{2} \frac{v_{\text{rel},i}^2}{a_{\text{info}}} , \quad (\text{A6})$$

und ein Warnschwellenwert für die Abstandsgröße, nämlich auf Grundlage einer Gleichung der Form

30

$$s_{\text{warn}} \propto \frac{1}{2} \frac{v_{\text{rel},i}^2}{a_{\text{warn}}} , \quad (\text{A7})$$

ermittelt. Hierbei stellen die Größen a_{info} bzw. a_{warn} vorgegebene Bremsverzögerungen dar, die einer schwachen bzw. mittleren Bremswirkung entsprechen:

$$\begin{aligned} a_{\text{info}} &\approx 0.1 \dots 0.25 a_{\text{max}} \\ a_{\text{warn}} &\approx 0.25 \dots 0.8 a_{\text{max}} \end{aligned}$$

Die Größe a_{max} gibt die maximal zu erreichende Bremsverzögerung an. Diese liegt bei herkömmlichen Fahrzeugen typischerweise im Bereich zwischen 7 und 10 m/s^2 .

Die durch die Schwellenwerte beschriebenen Abstände s_{info} bzw. s_{warn} geben diejenigen Wegstrecken an, die das Fahrzeug 50 unter Einwirkung der Bremsverzögerungen a_{info} bzw. a_{warn} zurücklegen muss, um die Relativgeschwindigkeit $v_{\text{rel},i}$ bis auf einen Wert von im wesentlichen Null abzubauen. Soll hingegen eine vorgegebene Relativgeschwindigkeit $v_{\text{rel},0}$ erreicht werden, so ist Gleichung (A6) in

$$s_{\text{info}} \propto \frac{1}{2} \frac{(v_{\text{rel},i} - v_{\text{rel},0})^2}{a_{\text{info}}} \quad (\text{A8})$$

und Gleichung (A7) in

$$s_{\text{warn}} \propto \frac{1}{2} \frac{(v_{\text{rel},i} - v_{\text{rel},0})^2}{a_{\text{warn}}} \quad (\text{A9})$$

umzuschreiben, wobei die Gleichungen (A8) bzw. (A9) letztlich Verallgemeinerungen der Gleichungen (A6) bzw. (A7) darstellen.

In einem dritten Hauptschritt 13 werden aus der Gesamtheit der erfassten Objekte $i = j - 1, \dots, j + 2$ diejenigen ermittelt, die Hindernisse in Bezug auf den momentanen Fahrkurs des Fahrzeugs 50 darstellen, wozu auf Basis des momentanen Fahrkurses der vom Fahrzeug 50 beanspruchte Fahrschlauch bestimmt wird. Wird aufgrund der Lagegröße festgestellt, dass ein Ob-

jekt i innerhalb des Fahrschlauchs liegt, so stellt es ein
potentielles Hindernis für das Fahrzeug 50 dar. Beispielsge-
mäß stellen also die Objekte $i = j - 1, j + 1, j + 2$ Hindernisse
für das Fahrzeug 50 dar. Da nur diejenigen Hindernisse, die
5 sich dem Fahrzeug 50 annähern - was beispielsweise als nega-
tive Relativgeschwindigkeit $v_{rel,i}$ definiert ist - für ein
Auffahren von Bedeutung sind, wird durch Auswertung der Rela-
tivgeschwindigkeitsgröße die Menge der zu berücksichtigenden
Hindernisse gegebenenfalls weiter eingegrenzt. Weiterhin wird
10 jedem der Hindernisse ein Zuverlässigkeitswert („Reliabili-
ty“) zugeordnet, der die Aufenthaltswahrscheinlichkeit des
jeweiligen Hindernisses im ermittelten Fahrschlauch be-
schreibt. Der Zuverlässigkeitswert nimmt hierbei mit der
Zeitspanne, seit der das erfasste Objekt i im Fahrschlauch
15 bekannt ist, zu. So wird ein im Fahrschlauch liegendes Objekt
 i nur dann als tatsächliches Hindernis angesehen, wenn der
zugehörige Zuverlässigkeitswert einen vorgegebenen Mindest-
wert erreicht bzw. überschreitet.

20 In einem nachfolgenden vierten Hauptschritt 14 wird über-
prüft, ob im vorhergehenden dritten Hauptschritt 13 Hinder-
nisse ermittelt wurden. Trifft dies zu, wird mit einem fünf-
ten Hauptschritt 15 fortgefahren, in dem aus den ermittelten
Hindernissen dasjenige Hindernis ermittelt wird, das die
25 größte Relevanz für ein Auffahren des Fahrzeugs 50 aufweist.
Die größte Relevanz weist insbesondere dasjenige Hindernis
auf, das die größte Bremsverzögerung $a_{soll,i}$, die durch den
Sollwert der Bremsverzögerungsgröße beschrieben wird, gemäß
Gleichung (A4) bzw. Gleichung (A5) erfordert. In der Regel
30 entspricht dies dem Hindernis mit dem geringsten räumlichen
Abstand s_i zum Fahrzeug 50, beispielsweise also dem Objekt
 $i = j$.

Wird hingegen im vierten Hauptschritt 14 festgestellt, dass
35 im dritten Hauptschritt 13 keine Hindernisse ermittelt wur-
den, wird in einem ersten Nebenschritt 21 eine entsprechende
Fahrerinformation („Freie Fahrt“) an den Fahrer des Fahrzeugs

50 ausgegeben, wobei der Verfahrensablauf wieder zum ersten Hauptschritt 10 zurückkehrt, um von Neuem zu beginnen. Die Fahrerinformation erfolgt beispielsweise durch Anzeige eines optischen Symbols bzw. Texts geeigneter Farb- und Formgebung.

5

Auf den fünften Hauptschritt 15 folgt schließlich ein sechster Hauptschritt 16, in dem überprüft wird, ob die durch den Sollwert der Bremsverzögerungsgröße beschriebene Bremsverzögerung $a_{\text{soll},j}$ des als relevant erkannten Objekts $i = j$ einen

10

vorgegebenen Grenzwert a_{ref} überschreitet. Ist dies der Fall, wird in einem zweiten Nebenschritt 22 eine Notbremsinformation („Unmittelbare Auffahrgefahr“) an den Fahrer des Fahrzeugs 50 ausgegeben, die den Fahrer mit hoher Dringlichkeit auffordert, unverzüglich einen Notbremsvorgang durch fahrerseitige

15

Betätigung von Bremsmitteln des Fahrzeugs 50 durchzuführen, um das Auffahren zu vermeiden. Der Grenzwert a_{ref} stellt hierbei eine vorgegebene Bremsverzögerung dar, die einer hohen bzw. sehr hohen Bremswirkung entspricht:

20

$$a_{\text{ref}} \approx 1.0 \dots 1.5 a_{\text{warn}}$$

Die Notbremsinformation erfolgt beispielsweise durch Anzeige eines optischen Symbols bzw. Texts geeigneter Farb- und Formgebung und/oder durch Ausgabe akustischer Warnsignale. Daneben ist auch die Ausgabe einer Sprachwarnung, die auf die unmittelbar bestehende Auffahrgefahr hinweist, und/oder eine haptische Fahrerwarnung denkbar.

25

Wird in einem dritten Nebenschritt 23 festgestellt, dass ein Fahrerwunsch auf Durchführung des Notbremsvorgangs vorliegt, so wird der Notbremsvorgang in einem vierten Nebenschritt 14 durch fahrerunabhängige Ansteuerung von Bremsmitteln des Fahrzeugs 50 ausgelöst. Andernfalls kehrt der Verfahrensablauf zum ersten Hauptschritt 11 zurück.

35

Der Notbremsvorgang wird erst dann in einem sechsten Nebenschritt 26 beendet, wenn eine vorgegebenen Beendigungsbedingung erfüllt ist, beispielsweise wenn gilt:

$$5 \quad s_j \approx s_0 \quad \text{und/oder} \quad v_{\text{rel},j} \approx v_{\text{rel},0}$$

Nach Beendigung des Notbremsvorgangs kehrt der Verfahrensablauf wieder zum ersten Hauptschritt 11 zurück, um von Neuem zu beginnen.

10

Wird hingegen im sechsten Hauptschritt 16 festgestellt, dass die durch den Sollwert der Bremsverzögerungsgröße beschriebene Bremsverzögerung $a_{\text{soll},j}$ den vorgegebenen Grenzwert a_{ref} nicht überschreitet, so wird mit einem siebten Hauptschritt

15

17 fortgefahren, in dem überprüft wird, ob der durch die Abstandsgröße beschriebene Abstand s_j größer ist als der durch den Warnschwellenwert beschriebene Abstand s_{warn} . Trifft dies zu, wird in einem siebten Nebenschritt 27 eine entsprechende Fahrerinformation („Mittlere Auffahrgefahr“) ausgegeben, die

20

den Fahrer mit mittlerer Dringlichkeit darauf hinweist, geeignete Maßnahmen zur Verringerung der Auffahrgefahr, beispielsweise durch Abbremsen oder Ausweichen, zu ergreifen. Die Fahrerinformation erfolgt durch Anzeige eines optischen

Symbols bzw. Texts geeigneter Farb- und Formgebung und/oder

25

durch Ausgabe eines akustischen Warnsignals. Gleichzeitig kehrt der Verfahrensablauf wieder zum ersten Hauptschritt 11 zurück.

30

Ist hingegen der durch die Abstandsgröße beschriebene Abstand s_j nicht größer als der durch den Warnschwellenwert beschriebene Abstand s_{warn} , so wird in einem achten Hauptschritt überprüft, ob der durch die Abstandsgröße beschriebene Abstand s_j größer als der durch den Informationsschwellenwert beschriebene Abstand s_{info} ist, um im Falle eines Zutreffens in einem

35

achten Nebenschritt 28 eine entsprechende Fahrerinformation („Geringe Auffahrgefahr“) auszugeben, die den Fahrer mit geringer Dringlichkeit darauf hinweist, geeignete Maßnahmen zur

Verringerung der Auffahrgefahr zu ergreifen. Die Fahrerinformation erfolgt beispielsweise durch Anzeige eines optischen Symbols bzw. Texts geeigneter Farb- und Formgebung.

- 5 Wird hingegen im achten Hauptschritt 18 festgestellt, dass der durch die Abstandsgröße beschriebene Abstand s_j nicht größer ist als der durch den Informationsschwellenwert beschriebene Abstand s_{info} , so wird optional in einem neunten Hauptschritt 19 eine Fahrerinformation („Hindernis erfasst“)
- 10 ausgegeben, die eine zu vernachlässigende Auffahrgefahr angibt. Gleichzeitig kehrt der Verfahrensablauf zum ersten Hauptschritt 11 zurück.

Die Ausgabe der Fahrerinformationen bzw. der Notbremsinformation erfolgt alternierend.

15

Fig. 3 zeigt schließlich ein schematisch dargestelltes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Vorrichtung umfasst neben einer Auswerteeinheit 60 die bereits erwähnten

20 Sensormittel 55,56. Die Sensormittel 55,56 erfassen die in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug 50 im Erfassungsbereich 54 befindlichen Objekte $i = j - 1, \dots, j + 2$ und erzeugen Signale, aus denen die Auswerteeinheit 60 zu jedem der erfassten Objekte

25 $i = j - 1, \dots, j + 2$ die Lagegröße und/oder die Relativgeschwindigkeitsgröße ermittelt. Bei den Sensormitteln 55,56 handelt es sich beispielsweise um Radar- oder Ultraschallsensoren, wie sie bei Fahrzeugen in Einparkhilfen oder Abstandsregelsystemen eingesetzt werden. Optional erfolgt die Ermittlung

30 der Lagegrößen und/oder Relativgeschwindigkeitsgrößen in den Sensormitteln 55,56 selbst.

Zur Ermittlung der Abstandsgröße gemäß Gleichung (A1) ist die Kenntnis des momentanen Fahrkurses notwendig. Letzterer wird

35 von der Auswerteeinheit 60 auf Basis des Lenkwinkels δ und der momentanen Fahrtgeschwindigkeit v_f ermittelt. Die Ermittlung des Lenkwinkels δ erfolgt durch Auswertung der Sig-

nale eines Lenkradwinkelsensors 61. Der Lenkradwinkelsensor 61 erfasst einen Lenkradwinkel α , der an einem zur fahrerseitigen Lenkungsbeeinflussung vorgesehenen Lenkrad 62 eingestellt ist und der in eindeutigem Zusammenhang mit dem Lenkwinkel δ steht. Weiterhin erfolgt die Ermittlung der Fahrgeschwindigkeit v_f durch Auswertung der Signale von Raddrehzahlsensoren 63 bis 66, die die Raddrehzahlen der Räder des Fahrzeugs 50 erfassen.

- 10 Alternativ zum Lenkwinkel δ kann auch eine andere, die Querdynamik beschreibende Größe, wie z.B. die Gierrate, verwendet werden. Anstelle der Längsgeschwindigkeit v_f kann auch eine andere, die Längsdynamik beschreibende Größe herangezogen werden.

15

Eine Ansteuerung der zur Abbremsung des Fahrzeugs 50 vorgesehenen Bremsmittel 70 kann zum einen fahrerseitig durch Betätigung eines Bremsbedienelements 71 und zum anderen fahrerunabhängig auf Veranlassung der Auswerteeinheit 60 durch Ansteuerung einer mit den Bremsmitteln 70 zusammenwirkenden Bremsmittelsteuerung 72 erfolgen. Bei den Bremsmitteln 70 handelt es sich beispielsweise um herkömmliche hydraulische oder pneumatische Radbremseinrichtungen.

20

- 25 Entsprechendes gilt für die Antriebsmittel 73, die unter anderem Motor, Getriebe und Kupplung des Fahrzeugs 50 umfassen. Die Antriebsmittel 73 lassen sich sowohl fahrerseitig durch Betätigung eines Fahrbedienelements 74 als auch fahrerunabhängig mittels der Auswerteeinheit 60 durch Ansteuerung einer mit den Antriebsmitteln 73 zusammenwirkenden Antriebsmittelsteuerung 75 ansteuern. Durch geeignete Ansteuerung der Antriebsmittel 73 ist außer einer Beschleunigung des Fahrzeugs 50 auch eine Verzögerung durch Ausnutzung eines vom Motor ausgeübten Motorschleppmoments möglich.

30

35

Stellt die Auswerteeinheit 60 fest, dass die im Hauptschritt 16 vorgegebene Notbremsbedingung erfüllt ist und ein Fahrer-

wunsch auf Durchführung des Notbremsvorgangs vorliegt, so
veranlasst die Auswerteeinheit 60 neben der Ausgabe der Not-
bremsinformation die Auslösung des Notbremsvorgangs durch
fahrerunabhängige Ansteuerung der Bremsmittel 70 und/oder der
5 Antriebsmittel 73.

Beispielsgemäß handelt es sich bei den Bremsbedienelement 71
um ein Bremspedal und bei dem Fahrbedienelement 74 um ein
Fahrpedal.

10

Zur Feststellung, ob ein Fahrerwunsch auf Durchführung des
Notbremsvorgangs vorliegt, wertet die Auswerteeinheit 60 die
fahrerseitige Betätigung des Bremspedals und des Fahrpedals
aus, wobei dies unter Verwendung von Fuzzy-Logik erfolgen
15 kann. Hierzu wird eine vom Fahrer hervorgerufene Bremspedal-
auslenkung s des Bremspedals von einem Bremspedalsensor 80
bzw. eine vom Fahrer hervorgerufene Fahrpedalauslenkung l des
Fahrpedals von einem Fahrpedalsensor 81 erfasst und von der
Auswerteeinheit 60 ausgewertet. Die Auswerteeinheit 60
20 schließt insbesondere dann auf das Vorliegen eines Fahrerwun-
sches auf Durchführung des Notbremsvorgangs, wenn

20

- die Bremspedalauslenkung s und/oder die zeitliche Zunahme
der Bremspedalauslenkung s jeweils vorgegebene Schwellen-
werte überschreitet und/oder wenn
- die Fahrpedalauslenkung l einen vorgegebenen Schwellenwert
unterschreitet und/oder die zeitliche Abnahme der Fahrpe-
dalauslenkung l einen vorgegebenen Schwellenwert über-
schreitet.

25

30

Die Ermittlung der Schwellenwerte erfolgt beispielsweise auf
Basis von Fahrversuchen, in denen die von unterschiedlichen
Fahrern vorgenommene Betätigung des Bremspedals bzw. Fahrpe-
dals bei Auftreten unmittelbarer Auffahrgefahr ausgewertet
35 wird.

Vorzugsweise wird der Notbremsvorgang mit einer vorgegebenen Notbremsverzögerung a_{NB} durchgeführt, wobei die Notbremsverzögerung a_{NB} von der Auswerteeinheit 60 durch entsprechende Ansteuerung der Bremsmittel 70 und/oder der Antriebsmittel 73 eingeregelt wird. Die Notbremsverzögerung a_{NB} entspricht entweder der vom Fahrer über das Bremspedal vorgegebenen Bremsverzögerung a_{fahrer} oder aber der durch den Sollwert der Bremsverzögerungsgröße beschriebenen Bremsverzögerung $a_{soll,j}$, wobei jeweils die größere der beiden Bremsverzögerungen a_{fahrer} bzw. $a_{soll,j}$ Verwendung findet,

$$a_{NB} = \max[a_{fahrer}, a_{soll,j}] .$$

Auch bei nicht erfüllter Notbremsbedingung veranlasst die Auswerteeinheit 60 die Ausgabe einer Fahrerinformation, wobei die Auswerteeinheit 60 die Fahrerinformation in Abhängigkeit der in den Hauptschritten 14, 17 und 18 vorgegebenen Informationsbedingungen anpasst.

Zur Ausgabe der Fahrerinformationen bzw. der Notbremsinformation sind optische Signalgeber 82 und/oder akustische Signalgeber 83 vorhanden. Bei den optischen Signalgebern 82 kann es sich um ein Display zur Anzeige von Textinformationen bzw. Warnsymbolen oder um andere geeignete optische Anzeigemittel handeln. Die akustischen Signalgeber können als Ausgabesystem zur Ausgabe von Sprachwarnungen und/oder Warntönen ausgebildet sein. Eine haptische Fahrerinformation bzw. Notbremsinformation erfolgt beispielsweise in Form eines auf das Lenkrad 62 aufgeschalteten Nagelbandratterns, wozu ein mit dem Lenkrad 62 in Verbindung stehender Lenkradaktuator 84 vorgesehen ist.

DaimlerChrysler AG

Dehnhardt

30.07.2003

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Unterstützung des Fahrers eines Fahrzeugs
bei der Durchführung eines Notbremsvorgangs zur Vermeidung
des Auffahrens des Fahrzeugs auf ein in Fahrtrichtung vor
dem Fahrzeug in einem Erfassungsbereich befindliches Ob-
jekt, insbesondere auf ein vorausfahrendes Fahrzeug, wobei
10 Bremsmittel (70) des Fahrzeugs (50) zur Durchführung des
Notbremsvorgangs dann fahrerunabhängig angesteuert werden,
wenn eine vorgegebene Notbremsbedingung (16) erfüllt ist
und wenn festgestellt wird, dass ein Fahrerwunsch auf
Durchführung des Notbremsvorgangs vorliegt, wobei bei er-
15 füllter Notbremsbedingung (16) eine Notbremsinformation an
den Fahrer des Fahrzeugs (50) ausgegeben wird,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass auch bei nicht erfüllter Notbremsbedingung (16) eine
Fahrerinformation ausgegeben wird, die den Fahrer des
20 Fahrzeugs (50) über die derzeitige Umgebungs- bzw. Ver-
kehrssituation im Erfassungsbereich (54) informiert, wobei
die Fahrerinformation in Abhängigkeit der Erfüllung einer
oder mehrerer vorgegebener Informationsbedingungen
(14,17,18) angepasst wird.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die im Erfassungsbereich (54) liegenden Objekte (i)
erfasst werden, wobei für jedes erfasste Objekt (i) eine
30 Lagegröße, die eine räumliche Lage (x_i, y_i) des jeweiligen
Objekts (i) relativ zu dem Fahrzeug (50) beschreibt,

und/oder eine Relativgeschwindigkeitsgröße, die eine Relativgeschwindigkeit ($v_{rel,i}$) zwischen dem Fahrzeug (50) und dem jeweiligen Objekt (i) beschreibt, ermittelt wird.

- 5 3. Verfahren nach Anspruch 2,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 dass durch Auswertung der zu den Objekten (i) ermittelten
10 Lagegrößen und/oder Relativgeschwindigkeitsgrößen aus der
 Gesamtheit der erfassten Objekte (i) diejenigen ermittelt
 werden, die Hindernisse für das Fahrzeug (50) in Bezug auf
 dessen momentanen Fahrzeugkurs darstellen.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
15 dass durch Auswertung der zu den Hindernissen gehörigen
 Lagegrößen und/oder Relativgeschwindigkeitsgrößen dasjenige
 Hindernis (j) bestimmt wird, das für ein Auffahren des
 Fahrzeugs (50) die größte Relevanz aufweist.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 dass die Notbremsbedingung (16) in Abhängigkeit der ermit-
 telten Lagegröße und/oder der ermittelten Relativgeschwin-
 digkeitsgröße vorgegeben ist.
- 25 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 dass die Informationsbedingungen (14,17,18) in Abhängig-
 keit der ermittelten Lagegröße und/oder der ermittelten
30 Relativgeschwindigkeitsgröße vorgegeben sind.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
 g e k e n n z e i c h n e t durch eine optische und/oder
 akustische und/oder haptische Fahrerinformation.
- 35 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass das Vorliegen eines Fahrerwunsches auf Durchführung des Notbremsvorgangs durch Auswertung der Betätigung eines zur fahrerseitigen Beeinflussung der Bremsmittel (70) des Fahrzeugs (50) vorgesehenen Bremsbedienelements (71) festgestellt wird.

5

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorliegen eines Fahrerwunsches auf Durchführung des Notbremsvorgangs durch Auswertung der Betätigung eines zur fahrerseitigen Beeinflussung von Antriebsmitteln (73) des Fahrzeugs (50) vorgesehenen Fahrbedienelements (74) festgestellt wird.

10

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Notbremsvorgang mit dem Ziel durchgeführt wird, einen vorgegebenen Sicherheitsabstand (s_0) zwischen Fahrzeug (50) und Objekt (i) und/oder eine vorgegebene Relativgeschwindigkeit ($v_{rel,0}$) zwischen Fahrzeug (50) und Objekt (i) zu erreichen.

15

20

11. Vorrichtung zur Unterstützung des Fahrers eines Fahrzeugs bei der Durchführung eines Notbremsvorgangs zur Vermeidung des Auffahrens des Fahrzeugs auf ein in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug in einem Erfassungsbereich befindliches Objekt, insbesondere auf ein vorausfahrendes Fahrzeug, wobei eine fahrerunabhängige Ansteuerung von Bremsmitteln (70) des Fahrzeugs (50) zur Durchführung des Notbremsvorgangs dann erfolgt, wenn eine Auswerteeinheit (60) feststellt, dass eine vorgegebene Notbremsbedingung (16) erfüllt ist und dass ein Fahrerwunsch auf Durchführung eines Notbremsvorgangs vorliegt, wobei die Auswerteeinheit (60) bei erfüllter Notbremsbedingung (16) die Ausgabe einer Notbremsinformation an den Fahrer des Fahrzeugs (50) veranlasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (60) auch bei nicht erfüllter

25

30

35

5 Notbremsbedingung (19) die Ausgabe einer Fahrerinformation
veranlasst, die den Fahrer des Fahrzeugs (50) über die
derzeitige Umgebungs- bzw. Verkehrssituation im Erfas-
sungsbereich (54) informiert, wobei die Auswerteeinheit
(60) die Fahrerinformation in Abhängigkeit der Erfüllung
einer oder mehrerer vorgegebener Informationsbedingungen
(14,17,18) anpasst.



FIG. 1

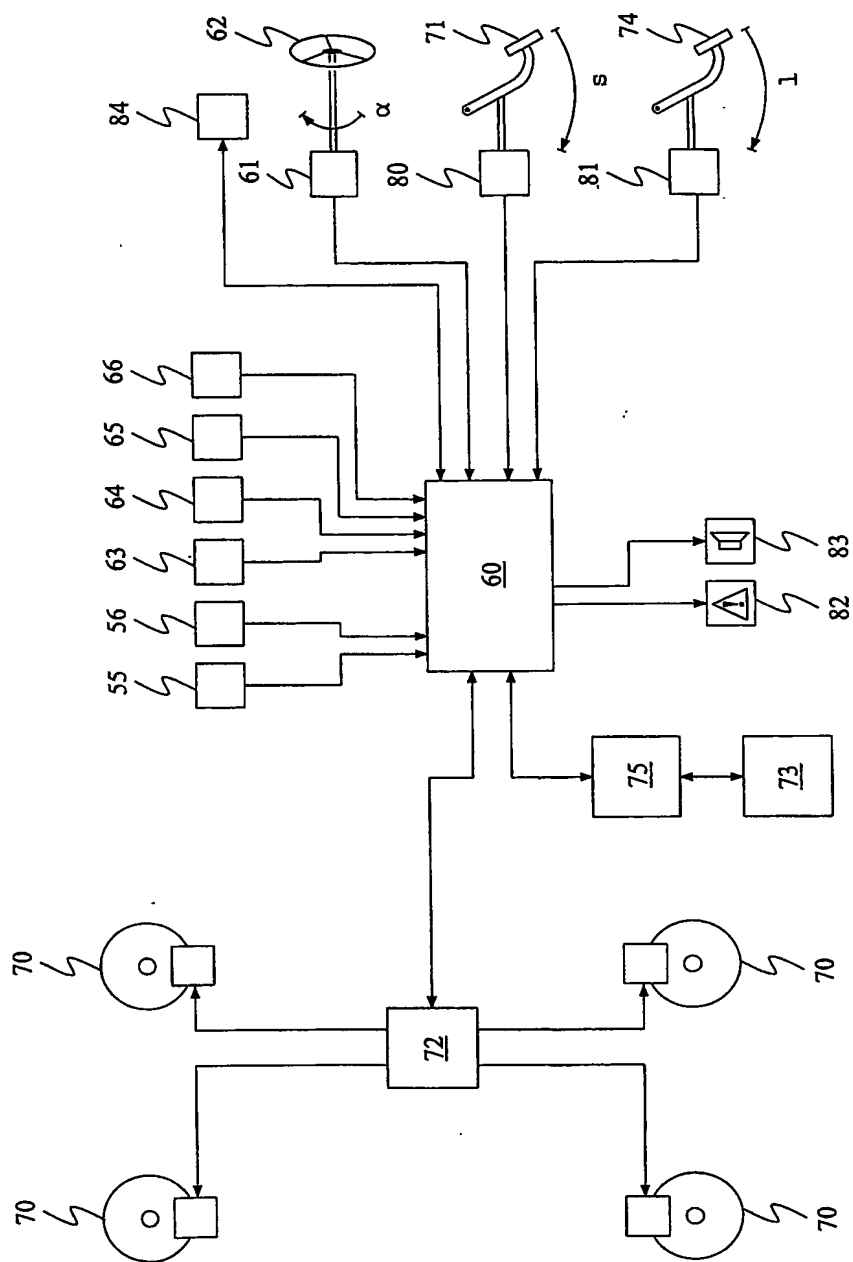


FIG. 3

DaimlerChrysler AG

Dehnhardt

30.07.2003

Zusammenfassung

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur
Unterstützung des Fahrers eines Fahrzeugs bei der Durchfüh-
rung eines Notbremsvorgangs zur Vermeidung des Auffahrens des
Fahrzeugs auf ein in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug in einem
Erfassungsbereich befindliches Objekt, insbesondere auf ein
10 vorausfahrendes Fahrzeug. Beim erfindungsgemäßen Verfahren
werden zur Abbremsung des Fahrzeugs (50) vorgesehene Brems-
mittel dann fahrerunabhängig angesteuert, wenn eine vorgege-
bene Notbremsbedingung erfüllt ist und wenn festgestellt
wird, dass ein Fahrerwunsch auf Durchführung des Notbremsvor-
15 gangs vorliegt, wobei bei erfüllter Notbremsbedingung eine
Notbremsinformation an den Fahrer des Fahrzeugs (50) ausgege-
ben wird. Erfindungsgemäß wird auch bei nicht erfüllter Not-
bremsbedingung eine Fahrerinformation ausgegeben, die den
Fahrer des Fahrzeugs (50) über die derzeitige Umgebungs- bzw.
20 Verkehrssituation im Erfassungsbereich (54) informiert, wobei
die Fahrerinformation in Abhängigkeit der Erfüllung vorgege-
bener Informationsbedingungen angepasst wird.

25

Fig. 2

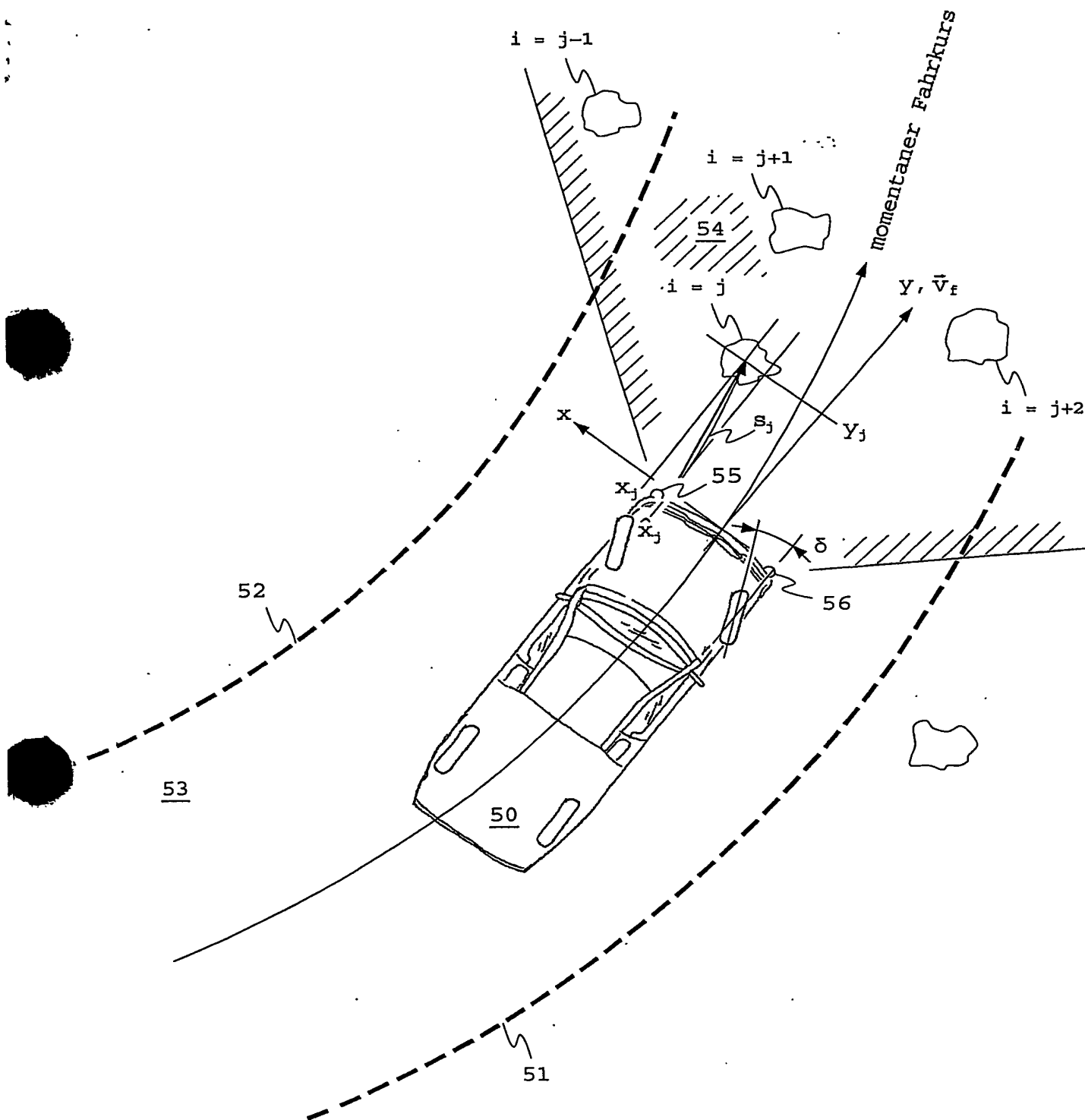


FIG. 2